

Punto de vista del fabricante

(Octubre, 2017)



AFM cluster

FOR ADVANCED MANUFACTURING

AFM

Máquinas herramienta, accesorios, componentes y herramientas

ADDIMAT

Fabricación aditiva e impresión 3D

ESKUIN

Ferretería y suministro industrial

AFMEC

Mecanizado y transformación metalmecánica

www.afmcluster.com



AFM Advanced Manufacturing Technologies

FUNDADA EN 1946, 70 AÑOS

122 ASOCIADOS

7.200 EMPLEADOS | 1.500 M€ FACTURACIÓN

3º PRODUCTOR Y EXPORTADOR EN UE, 9º EN EL MUNDO

EXPORTA EL 80%

www.afm.es



ADDIMAT operated by **AFM**

FUNDADA EN 2014, 2 AÑOS

57 ASOCIADOS

60 M€ FACTURACIÓN (estimada)

PERFIL DE ASOCIADOS: FABRICANTES, USUARIOS, DISTRIBUIDORES E IMPORTADORES, CCTTS, UNIVERSIDADES Y CENTROS DE FORMACIÓN

www.addimat.es



eskuin operated by **AFM**

FUNDADA EN 1965, 57 AÑOS

23 ASOCIADOS

1.900 EMPLEADOS

338 M€ FACTURACIÓN

EXPORTA EL 50% DE LA PRODUCCIÓN

www.eskuin.com



AFMEC operated by **AFM**

FUNDADA EN JUNIO DE 2016, 11 MESES

195 ASOCIADOS

www.afmec.es

Se ha preguntado a los fabricantes de máquinas, sobre sus experiencias, problemáticas y conclusiones respecto al cumplimiento de los requisitos de seguridad en materia de ruido

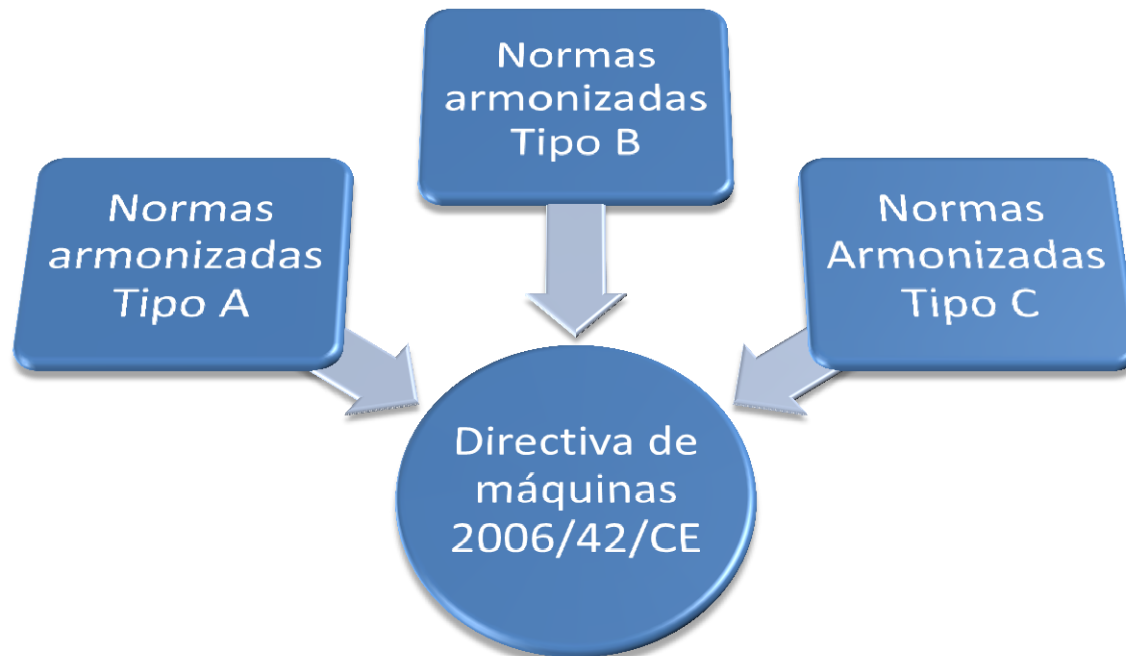
Ruido ¿qué debemos tener en cuenta?

- Legislación y normativa aplicable – Requisitos a cumplir
- Responsabilidades fabricante - usuario
- Fuentes de ruido
- Parámetros a medir.
- Procedimiento de medición
- Instrumentación adecuada.
- Resultados / Información de utilización.



Problemáticas e inconvenientes.

Ruido ¿qué debemos tener en cuenta?



Legislación y normativa aplicable

Directiva de máquinas 2006/42/CE

Normas Tipo C “en máquina herramienta:

EN ISO 23125:2015	Máquinas-herramienta. Seguridad. Tornos.
EN 13128:2002+A2:2009	Máquinas herramienta. Seguridad. Fresadoras (incluidas mandrinadoras).
EN 12417:2002+A2:2009 /AC:2010	Máquinas-herramienta. Seguridad. Centros de mecanizado.
EN 693:2001+A2:2011	Máquinas-herramienta. Seguridad. Prensas hidráulicas.
EN 13736:2003+A1:2009	Seguridad de las máquinas-herramienta. Prensas neumáticas.
EN 692:2006+A1:2009	Máquinas-herramienta. Prensas mecánicas. Seguridad.
EN 12717:2002+A1:2009	Seguridad de las máquinas-herramienta. Taladros.
EN 13898:2004+A1:2009	Máquinas-herramienta. Seguridad. Sierras para metal en frío.
EN 13985:2003+A1:2009	Máquinas-herramienta. Seguridad. Cizallas-guillotina.
EN ISO 16089:2015	Máquinas-herramienta. Seguridad. Máquinas rectificadoras fijas.
EN 14070:2004+A1:2009	Seguridad de las máquinas-herramienta. Máquinas transfer y máquinas especiales.

Legislación y normativa aplicable

Las normas Tipo C dan pautas que a su vez nos dirigen a normas tipo B:

ISO 230-5:2000	Código de verificación de máquinas. Parte 5: Determinación del nivel de ruido.
EN ISO 11201:2010	Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método de ingeniería en condiciones aproximadas a las de campo libre sobre plano reflectante.
EN ISO 11202:2010. V2	Acústica. Ruido emitido por las máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método de control in situ.
EN ISO 11203:2010	Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas a partir del nivel de potencia sonora.
EN ISO 11204:2010. V2	Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método que necesita correcciones del entorno.
EN ISO 11205:2010	Método de ingeniería para la determinación por intensimetría de los niveles de presión acústica de emisión in situ en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas.
EN ISO 3741:2011	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de laboratorio en cámaras reverberantes.
EN ISO 3743-1:2011	Acústica. Determinación de los niveles de potencia sonora y de los niveles de energía sonora de fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 1: Método de comparación en cámaras de ensayo de paredes duras.

Legislación y normativa aplicable

Las normas Tipo C dan pautas que a su vez nos dirigen a normas tipo B:

EN ISO 3744:2011	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para un campo esencialmente libre sobre un plano reflectante.
EN ISO 3745:2012	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica y de los niveles de energía acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de laboratorio para cámaras anecoicas y semi-anecoicas.
EN ISO 3746: 2010	Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante.
EN ISO 4871:2009	Acústica. Declaración y verificación de valores de emisión sonora de máquinas y de equipos.
ISO 8525:2012	Ruido aéreo emitido por las máquinas-herramienta. Condiciones de funcionamiento para máquinas de arranque de viruta.
EN ISO 11688-1:2009	Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 1: Planificación.
EN ISO 11688-2:2000	Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 2: Introducción a la física para el diseño de bajo nivel de ruido.
Etc.	

Legislación y normativa aplicable

Gran cantidad de normas que versan en material de ruido!

Ruido en la fuente

Directiva de máquinas 2006/42/CE:

Anexo I – Apartado 1.5.8

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de la emisión del ruido aéreo producido se reduzcan al nivel **más bajo posible**, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, especialmente en **su fuente**.

El nivel de ruido emitido podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares.

Ruido en la fuente

Directiva de máquinas 2006/42/CE:

Anexo I – Apartado 1.5.8

Fuentes de ruido en máquina herramienta

- Mecanizado
- Operaciones concretas: cambio automático de pieza, cambio automático de herramienta, etc
- Escapes neumáticos
- Elementos de transmisión de energía
- Motores
- Equipos hidráulicos
- Etc



Ruido en la fuente

Directiva de máquinas 2006/42/CE:

Anexo I – Apartado 1.5.8

Problemáticas comunes:

- Alcance del termino “Reducción del ruido aéreo al nivel mas bajo posible”
- Múltiples interpretaciones sobre “cuanto mas se puede hacer para reducir el nivel aéreo emitido por una máquina”.
 - Por parte del fabricante
 - Por parte de usuarios finales
- ¿Alcance de responsabilidades?

Información a mostrar en el manual de instrucciones

Directiva de máquinas 2006/42/CE:

Anexo I – Apartado 1.7.4.2.u

Cada manual de instrucciones contendrá como mínimo, las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido:

- El **nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo**, cuando supere 70 dB(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB(A), deberá mencionarse,
- El **valor máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo**, cuando supere 63 Pa (130 dB con relación a 20 µPa),
- El **nivel de potencia acústica ponderado A** emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80 dB(A).

Cuando la máquina **sea de muy grandes dimensiones**, la indicación del nivel de potencia acústica ponderado A podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica de emisión ponderados A en lugares especificados en torno a la máquina.

Cuando no se apliquen las **normas armonizadas**, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificará la **incertidumbre asociada a dichos valores**. Deberán describirse las **condiciones de funcionamiento** de la máquina durante la medición, así como **los métodos utilizados** para esta.

Cuando **el o los puestos de trabajo no estén definidos** o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica ponderado A se efectuará a **1 m de la superficie de la máquina y a una altura de 1,6 metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso**. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima.

Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o el nivel de potencia acústica, se aplicarán estas directivas y no se aplicarán los requisitos correspondientes del presente punto;

Metodología y Parámetros de medición

Directiva de máquinas 2006/42/CE:

- Nivel de Presión acústica emitido ponderado A = L_{pA}
- Nivel de Presión acústica ponderado C: L_{pC} , pico
- Nivel de Potencia acústica ponderado A $\rightarrow L_{WA}$
- Incertidumbre: K

Generalmente es oficina técnica quien se encarga de resolver los requisitos de seguridad

Resulta complejo comprender los parámetros de medición

- **Nivel de presión acústica emitido ponderado A:** Ruido directamente causado por una máquina en una posición dada, por ejemplo, en el puesto de trabajo del operario, independientemente del entorno donde la máquina funciona. Generalmente se indica como nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} , en decibelios. Está afectado por factores como la instalación de la máquina, las condiciones de uso de la máquina, la posición de la persona con respecto a la máquina. No está afectado por las características del lugar de trabajo ni del ruido generado por otras fuentes. El nivel de presión acústica emitido debería ser representativo del nivel de presión acústica en el puesto de trabajo del operario para un ciclo completo de trabajo durante una operación típicamente ruidosa de la máquina, y como tal, debería usarse en la evaluación del riesgo de ruido.
- **Nivel pico de presión acústica ponderado C:** Valor instantáneo o más alto registrado de la presión acústica cuando ésta varía con el tiempo. Se usa generalmente para caracterizar ruidos de impacto o impulsivos. Las declaraciones de emisión de ruido de las máquinas deben reflejar el nivel pico de presión acústica ponderado C, L_{pCpico} , en el puesto de trabajo del operario, cuando éste exceda de 130 dB.

$$L_{pA} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i 10^{0.1 L_{pA, T_i}} \right] \text{ dB}$$

donde

T es el intervalo de tiempo de medición total,

$$T = \sum_{i=1}^N T_i$$

T_i es el i ésimo intervalo de tiempo de medición parcial;

N es el número total de intervalos de tiempo de mediciones parciales o de fases de funcionamiento;

L_{pA, T_i} es el nivel de presión sonora de emisión ponderado A sobre un intervalo de tiempo de medición parcial, T_i .

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB}$$
$$L_{p, T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB}$$

Atendiendo a normas Tipo C, se complica:

Ejemplo → Norma armonizada (EN 12417 de seguridad en centros de mecanizado).

Condiciones de la medición:

- Vacío al 80% de la máxima velocidad de giro de la herramienta.
- Transferencia pieza funcionando.
- Cambio herramienta y operación ejes.
- Extractor de virutas en marcha.

Además incluye nuevos parámetros a tener en cuenta para obtener una medida correcta:

- K_{2A} : Indicador ambiental.
- K_{3A} : Factor ambiental local.
- “Presión sonora de emisión de fondo”.
- “Presión sonora de emisión en la estación de trabajo”.

Metodología y Parámetros de medición

Valores que a su vez deben consultarse en normas tipo B:

Ejemplo

- $L_{pA} = L'_{pA} - K_{1A} - K_{3A}$ (EN ISO 11202)
- $K_{1A} = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \Delta L})$ dB (EN ISO 11204)
- $K_{2A} = 10 \lg[1 + 4(S/A)]$ dB (EN ISO 3746)
- $K_{3A} = 10 \lg \left[\left[1 - \frac{1}{(1+A/us)} \times 10^{-0,1(L_j-L')} \right] \right]$
- Etc.

$L_{pA} \rightarrow$ EN ISO 11202

- K_{2A} ó $K_{3A} \leq 4$ dB
- Presión sonora fondo y trabajo 60 dB
- K_{3A} $\begin{cases} \rightarrow$ Anexo 2 EN ISO 11204 \rightarrow EN ISO 3746 \\ \rightarrow EN ISO 3744 \end{cases}

$L_{WA} \rightarrow$ EN ISO 3746

- Con más condiciones añadidas

8 MAGNITUDES A DETERMINAR

La magnitud a determinar es el nivel de presión sonora de emisión ponderado A. Adicionalmente, se pueden determinar los niveles de presión sonora de emisión en bandas de frecuencia.

Para obtener los niveles de presión sonora de emisión en el(los) puesto(s) de trabajo, se deben aplicar las correcciones del ruido de fondo, K_1 , y las correcciones medioambientales locales, K_2 , a los niveles de presión sonora medidos, excepto los niveles de presión sonora de pico, $L_{pC, pico}$, para los que no se peniten ninguna corrección.

Las correcciones K_1 y K_2 a considerar, son aquellas importantes para la ponderación en frecuencia o bandas de frecuencia para las que se han determinado los niveles de presión sonora de emisión. Para la ponderación A:

$$L_{pA} = L'_{pA} - K_{1A} - K_{3A} \quad (10)$$

6.4.2 Correcciones para el ruido de fondo

Los niveles de presión sonora medidos (ponderados A o en bandas de frecuencia) deben estar sujetos a corrección para la presencia del ruido de fondo, K_1 , calculada de acuerdo con la ecuación (8):

$$K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \Delta L}) \text{ dB} \quad (8)$$

donde ΔL es la diferencia entre los niveles de presión sonora medidos (ponderados A o en bandas de frecuencia), en el puesto de trabajo, con la fuente sometida a ensayo en funcionamiento y apagada, respectivamente.

Para los objetivos de esta norma internacional, si $\Delta L > 15$ dB, se supone que $K_1 = 0$.

Para el grado de precisión 2, si $\Delta L < 6$ dB para una o más bandas de frecuencia de octava o de tercio de octava, la precisión del(los) resultado(s) se puede reducir y el valor de K_1 que se tiene que aplicar en el caso de estas bandas es de 1,3 dB, que es el valor para $\Delta L = 6$ dB.

Para el grado de precisión 3, si $\Delta L < 3$ dB para una o más bandas de frecuencia de octava o de tercio de octava, la precisión del(los) resultado(s) se puede reducir y el valor de K_1 que se tiene que aplicar es de 3 dB, que es el valor para $\Delta L = 3$ dB.

En ambos casos, se debe indicar claramente en el texto del informe, así como en los gráficos o tablas de resultados, que los datos en estas bandas representan límites superiores del nivel de presión sonora de emisión de la fuente de ruido sometida a ensayo para el grado de precisión de interés. Si no se cumplen los requisitos del ruido de fondo para el grado de precisión 2, sigue siendo posible el cumplimiento de los requisitos para el grado de precisión 3. En este caso, el resultado final se puede presentar en un informe que especifique un grado de precisión 3, de acuerdo con esta norma internacional (si también se cumplen todos los demás requisitos).

Se determina K_1 para cada puesto de trabajo.

7.3.1 Área y posiciones de micrófono en la superficie de medición paralelepípedica

Las posiciones de micrófono se encontrarán en la superficie de medición, una superficie hipotética de área S que envuelve a la fuente y cuyas caras son paralelas a las del paralelepípedo de referencia, separadas una distancia d (distancia de medición) del paralelepípedo.

Las posiciones de micrófono sobre la superficie de medición paralelepípedica se muestran en las figuras C.1 a C.8 del anexo C. El área S de la superficie de medición de acuerdo a las figuras C.2 a C.6 viene dada por la fórmula:

$$S = 4(ab + bc + ca) \quad (5)$$

donde

$$a = 0,5l_1 + d$$

$$b = 0,5l_2 + d$$

$$c = l_3 + d$$

l_1 , l_2 y l_3 son la longitud, anchura y altura del paralelepípedo de referencia.

Si la fuente se instala adyacente a más de un plano reflectante, se debe recurrir a las figuras C.7 y C.8 del anexo C para definir una superficie de medición adecuada. El cálculo del área S de la superficie de medición en esas condiciones se da en las figuras respectivas. Las posiciones de micrófono deben estar de acuerdo con las figuras C.1 a C.8.

A.1.2 Determinación de la corrección local medioambiental, K_2

De acuerdo con este método, la corrección local medioambiental, K_2 , para un puesto de trabajo, viene dada por la ecuación (A.1):

$$K_2 = 10 \lg \left(1 + \frac{4S}{A} \right) \text{ dB} \quad (A.1)$$

donde $S = 2ad^2$ y d es la distancia típica (véase 3.20) (mínimo 1 m). En el caso de un operario que se mueve a lo largo de una trayectoria, se debe escoger d como la distancia más corta entre cualquier parte de la trayectoria y la fuente sonora principal de la fuente sometida a ensayo.

El código de ensayo de ruido, si procede, debería indicar las directrices sobre la determinación de los valores de d .

El valor del área de absorción sonora equivalente, A , en metros cuadrados, del recinto de ensayo, viene dado por la siguiente ecuación:

$$A = \alpha S_v$$

donde

α es el coeficiente de absorción acústica medio del recinto de ensayo (por ejemplo, según se estima de acuerdo con la Norma ISO 3746 para los niveles ponderados A);

S_v es el área total, en metros cuadrados, del recinto de ensayo (paredes, techo y suelo).

Metodología y Parámetros de medición

Parámetros técnicamente complejos.

Necesidad de hacer muchos cálculos.

Requisitos segmentados en varias normas armonizadas.

Necesidad de instrumentación concreta

Metodología y Parámetros de medición

Valores que a su vez deben consultarse en normas tipo B:

Posiciones de micrófono → EN ISO 3746

○ En función de ubicación del puesto de trabajo y del operario

○ ¡¡Paralelepípedos!!!

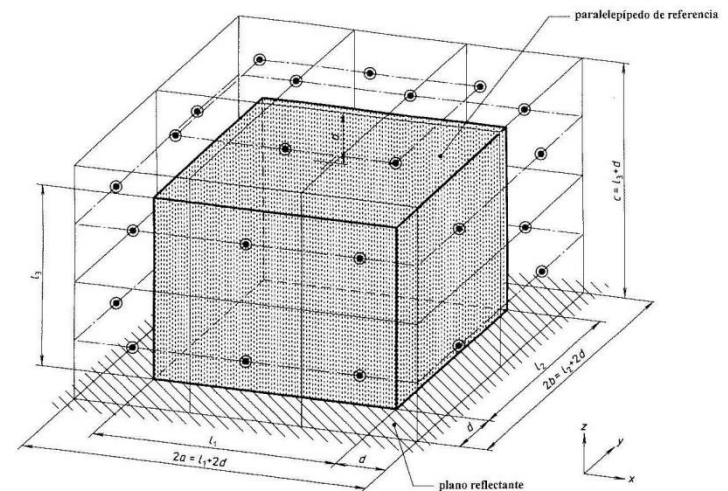
- Máquina pequeña.
- Máquina alta y estrecha.
- Máquina alargada.
- Máquina mediana.
- Máquina de gran tamaño.

Aumenta el número de cálculos

Se alarga el proceso

Inseguridad en los resultados obtenidos

Resultados no muy diferentes a los originales al realizar todo el proceso.



Conclusiones finales

Requisitos en principio “muy genéricos” que dan lugar a múltiples interpretaciones

- Responsabilidad
- Comunicación fabricante – cliente (según que equipos)

Gran variedad de normas armonizadas para que estudiar para resolver el requisito del ruido:

- Pensamiento general: Las máquinas-herramienta hacen ruido
- Preocupación por otros requisitos “aparentemente” más peligrosos.

Aplicando normas armonizadas se complica mucho el proceso de medición:

- Requisitos segmentados en diferentes normas
- Textos y cálculos complejos para un técnico de oficina
- Proceso largo (en función de máquina)
- Instrumentación con coste elevado
- Inseguridad en resultados obtenidos
- Necesidad de subcontratación, con coste también muy elevado

Punto de vista del fabricante

(Octubre, 2017)

